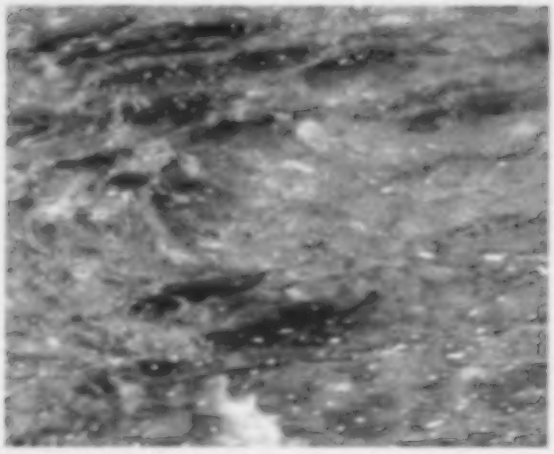
Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Pacifique **Avis scientifique 2016/008**

MODÈLES DE PÉRIODE DE MONTAISON ET DU TAUX DE DÉVIATION POUR LE SAUMON ROUGE DU FLEUVE FRASER



Saumons rouges du fleuve Fraser regagnant leur frayère. Mention de la source des photos : John Wallace.

Figure 1. Voies de migration du saumon rouge du fleuve Fraser remontant frayer.

Contexte

La Gestion des pêches de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé que la Direction des sciences fournisse un avis sur les prévisions d'avant-saison concernant la période de montaison et le taux de déviation (proportion de poissons qui migrent en passant par le détroit de Johnstone par rapport à la proportion de ceux passant par les détroits de Juan de Fuca et Johnstone combinés) du saumon rouge adulte du fleuve Fraser (Oncorhynchus nerka). Ces prévisions sont cruciales pour la planification des pêches et constituent une obligation pour le Canada en vertu du Traité sur le saumon du Pacifique.

Les modèles statistiques actuellement utilisés pour générer des prévisions de la période de montaison et du taux de déviation se sont détériorés; de nouveaux modèles utilisant des données océanographiques en temps réel ont été élaborés et intégrés à de nouveaux modèles de la période de montaison et du taux de déviation pour en améliorer le rendement.

L'objectif du présent examen consiste à évaluer le rendement des nouveaux modèles pour la période de montaison hâtive des stocks de saumons rouges dans la rivière Stuart et la période de montaison des stocks de saumons rouges dans la rivière Chilko, et pour les prévisions du taux de déviation par le nord du saumon rouge du fleuve Fraser. Le Secteur des sciences de Pêches et Océans Canada (MPO) se fondera sur l'avis découlant du processus d'examen régional par des pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) pour fournir à la Gestion des pêches, à la Commission du saumon du Pacifique et au Conseil canado-américain du fleuve Fraser des prévisions annuelles de la période de montaison et du taux de déviation du saumon rouge du fleuve Fraser.

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs des 27 et 28 octobre 2015 sur les Modèles de période de montaison et du taux de déviation pour le saumon rouge du fleuve Fraser. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

Canada

SOMMAIRE

- La Gestion des pêches de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé que la Direction des sciences fournisse un avis sur les prévisions d'avant-saison concernant la période de montaison et le taux de déviation (proportion de poissons qui migrent en passant par le détroit de Johnstone par rapport à la proportion de ceux passant par les détroits de Juan de Fuca et Johnstone combinés) du saumon rouge adulte du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*).
- De nombreux modèles ont été élaborés dans le but d'expliquer la relation entre les habitudes migratoires observées du saumon rouge du fleuve Fraser (la période de montaison et la déviation par le nord) et les corrélats environnementaux, notamment les courants océaniques de surface, la tension du vent et les champs géomagnétiques; des mesures de rendement telles que la précision et l'exactitude ont été calculées. Ces sources de données sont mises à jour suffisamment souvent pour pouvoir être utilisées dans les prévisions d'avant-saison.
- Une liste des modèles les mieux classés a été réalisée sur la base de mesures de rendement. Le rendement relatif des modèles est présenté sous la forme de graphiques de la certitude associée aux prévisions probabilistes afin d'aider les gestionnaires et les analystes lors de la sélection des modèles. Les modèles multivariés donnent un meilleur rendement que les modèles univariés et les variables de vitesse actuelles (OSCAR - **O**cean **S**urface **C**urrent **A**nalyses – **R**eal time, et NEPSTAR – **N**orth **E**ast **P**acific **S**almon **T**racking and **R**esearch) dominent les modèles les mieux classés. Il est recommandé d'effectuer le processus de classement chaque année jusqu'à ce que sa robustesse soit établie sur plusieurs années.
- Les modèles étudiés ont fourni des relations statistiques permettant de prévoir la période de montaison et les taux de déviation en se fondant sur les données recueillies entre 1983 et 2012, et reposaient sur l'hypothèse selon laquelle les conditions présentes ces années étaient typiques. La prévision d'événements atypiques nécessite une évaluation plus approfondie des modèles en se fondant sur des critères de gestion de la tolérance au risque.
- Le classement des modèles au rendement le plus élevé suppose une pondération neutre relativement au biais et à la précision. Cette méthode de classement ne rend pas compte des objectifs précis fournis par les gestionnaires des pêches; la Gestion des pêches a intérêt à tenir compte de la valeur de cette pondération durant l'avant-saison, avant de sélectionner les modèles à utiliser pour les prévisions annuelles.
- Un examen distinct des années touchées par le phénomène El Niño et des autres années a révélé que des conditions liées à El Niño en mai ou en juin de l'année de montaison sont associées à une montaison hâtive plus tardive de la rivière Stuart. La période plus tardive de montaison de la rivière Chilko se produit lorsque des conditions liées à El Niño sont observées à n'importe quel moment entre les mois de décembre et de mai de l'année de montaison. Les conditions liées à El Niño qui interviennent dans un mois quelconque entre le mois de septembre de l'année précédant la montaison des adultes et le mois de mai de l'année de montaison sont associées à une déviation par le nord beaucoup plus importante.
- Beaucoup des modèles élaborés dépendent de données actuellement accessibles au public, mais provenant d'organismes externes (p. ex., la National Oceanic and

Atmospheric Administration [NOAA]). D'autres modèles dépendent des entrepreneurs (NEPSTAR) et nécessitent un engagement financier annuel.

- L'évaluation de milliers de liens statistiques entre des variables environnementales et des données sur les pêches afin de cerner un ensemble de modèles fondés sur des paramètres de rendement constitue une approche applicable à d'autres secteurs de la Gestion des pêches. La compréhension des relations biophysiques sous-jacentes suscite la confiance envers la manière d'interpréter les liens statistiques, et offre un aperçu des conditions qui influencent la force des relations.

INTRODUCTION

La gestion de la pêche du saumon rouge dans le fleuve Fraser comprend une composante de planification d'avant-saison partiellement fondée sur les prévisions de l'heure d'arrivée du saumon dans les eaux locales (lorsque 50 % du stock est passé par le secteur statistique nº 20, détroit de Juan de Fuca de Pêches et Océans Canada [MPO]) et de la voie de migration autour de l'île de Vancouver (taux de déviation par le nord). Des erreurs de prévision peuvent faire échouer des occasions de prises, ou mener à la surpêche. Depuis 1986, le Secteur des sciences du MPO a fourni à la Commission du saumon du Pacifique (CSP) des prévisions d'avant-saison reposant sur les liens statistiques entre des habitudes migratoires et des variables environnementales.

Chaque année, les prévisions fournies par le MPO sont comparées aux estimations d'après-saison de la période de montaison et de la déviation par le nord en se fondant sur des observations provenant de la CSP. Si les prévisions de la montaison hâtive des saumons rouges de la rivière Stuart ont été relativement exactes pendant de nombreuses années, leur efficacité a considérablement diminué au cours des dernières années (figure 2, a et b). L'erreur de prévision de la période de montaison pour la rivière Chilko a varié considérablement tout au long de son histoire. L'augmentation récente des erreurs de prévision peut provenir de changements intervenus dans la dynamique de l'environnement séparant les facteurs statistiques prédictifs utilisés dans les modèles antérieurs des variables qu'ils tentent de prédire, ou bien, puisque des données récentes ont été ajoutées à la série chronologique, il se peut que les modèles statistiques soient eux-mêmes sensibles aux valeurs aberrantes.

La figure 2 c) présente la série chronologique pour la déviation par le nord; chaque année avant 1977, la majorité des saumons rouges du fleuve Fraser sont retournés frayer en empruntant la voie du sud.

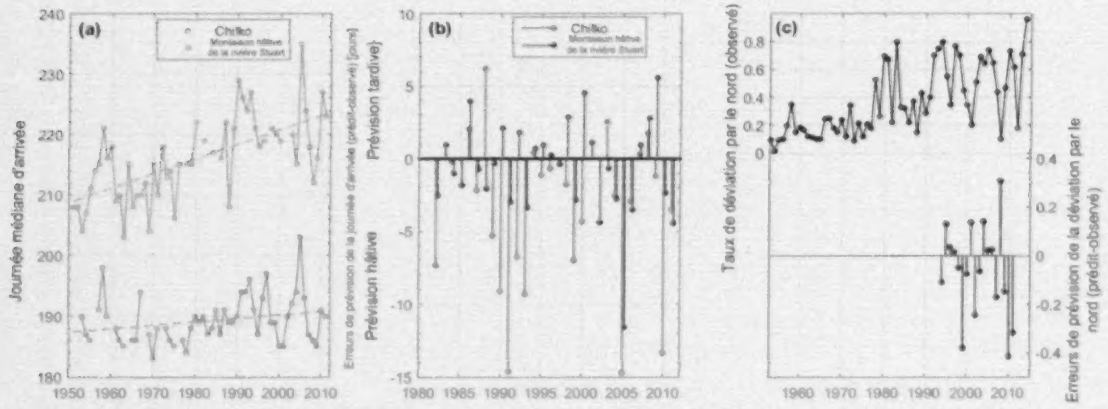


Figure 2. a) Période (jour médian d'arrivée dans le secteur statistique 20 du MPO) de la montaison hâtive des saumons rouges de la rivière Stuart et de la montaison des saumons de la rivière Chilko à partir des estimations d'après-saison fournies par la Commission du saumon du Pacifique (CSP). b) Erreurs de prévision de la période de montaison hâtive du saumon rouge dans la rivière Stuart et de la montaison du saumon rouge dans la rivière Chilko indiquées en tant que différence entre la période prédite de montaison utilisée dans les modèles antérieurs et les observations réalisées. c) Panneau supérieur du graphique, taux de déviation par le nord estimé à partir d'observations réalisées par la CSP; panneau inférieur du graphique, erreur de prévision du taux de déviation par le nord calculée comme étant la différence entre les prévisions effectuées à l'aide des modèles antérieurs et le taux de déviation observé.

Les relations statistiques entre les habitudes migratoires observées du saumon rouge du fleuve Fraser (la période de montaison et la déviation par le nord) ont été examinées pour la période s'étendant de 1983 à 2012. Les modèles statistiques ont été évalués au moyen de mises à l'essai du rendement en vue de déterminer la précision et l'exactitude des prévisions. Les modèles statistiques disposant d'un classement élevé pour leur rendement représentent de bons candidats pour générer de meilleures prévisions annuelles des habitudes migratoires du saumon rouge du fleuve Fraser.

ANALYSE

Un cadre analytique a été élaboré pour évaluer les modèles statistiques qui associent la période de montaison du saumon rouge du fleuve Fraser (montaison hâtive de la rivière Stuart et montaison de la rivière Chilko) aux facteurs environnementaux prédictifs, notamment la température de la surface de la mer, la salinité de la surface de la mer, les courants océaniques de surface, et la tension du vent. Ces variables environnementales sont utilisées en plus du débit du fleuve Fraser, du niveau de la mer à Tofino, en Colombie-Britannique (C.-B.), et des champs géomagnétiques comme facteurs de prédiction du taux de déviation par le nord du saumon rouge du fleuve Fraser.

Les quatre types différents de modèles statistiques suivants ont été envisagés : les modèles naïfs, les modèles de régression linéaire univariés et multivariés, les modèles additifs généralisés, et les modèles additifs à forme contrainte. Les facteurs environnementaux sont évalués en tant que variables prédictives uniques, et sont ensuite combinés avec d'autres variables au sein de modèles de régression linéaire multivariés pour déceler ce qui, parmi les variables, les régions géographiques, les décalages temporels et les périodes de mesure, affiche des relations statistiquement significatives.

L'influence des épisodes d'El Niño a été précisément examinée en analysant séparément les années touchées par le phénomène El Niño et les autres années.

Données et méthodes

Les données historiques du taux de déviation par le nord et de la période de montaison ont été fournies à titre d'estimations découlant des observations effectuées par la CSP. Ces données représentent les variables dépendantes dans les modèles, l'évaluation de leur relation statistique avec les données environnementales sert à prévoir le taux de déviation par le nord et la période de montaison.

Les huit types de données environnementales suivantes ont été considérés comme variables prédictives : la température de la surface de la mer et sa salinité, le débit du fleuve Fraser, le niveau relatif de la mer, les estimations du champ magnétique de la terre, la tension du vent et la vitesse des courants océaniques. Cette dernière comprend deux sources de données; l'une provenant d'un modèle numérique (NEPSTAR - **N**orth **E**ast **P**acific **S**almon **T**racking and **R**esearch), et l'autre de données satellites (OSCAR - **O**cean **S**urface **C**urrent **A**nalyses – **R**eal time). Ces sources de données sont mises à jour suffisamment souvent pour pouvoir être utilisées dans les prévisions d'avant-saison.

Dans une évaluation distincte de celle du modèle prévisionnel, les auteurs ont étudié l'influence des épisodes d'El Niño sur la période de montaison et la taux de déviation par le nord. Les épisodes d'El Niño ont été représentés au moyen de la *série chronologique bivariée d'El Niño-oscillation australe*, également appelée indice « BEST » (Smith et Sardeshmukh 2000). Reposant à la fois sur la température de l'eau à l'équateur et la pression atmosphérique, l'indice BEST est considéré comme une mesure prudente qui dénombre moins d'épisodes d'El Niño que d'autres indices.

La grille globale d'estimations tirées d'emplacements et de satellites Optimum Interpolation Sea Surface Temperature (OISST) de la National Ocean and Atmospheric Administration's (NOAA), ainsi que les températures de la surface et la salinité mesurées quotidiennement à partir des phares situés le long du littoral de la Colombie-Britannique constituent les sources de données des températures de la surface de la mer (TSM).

Les données sur le niveau de la mer ont été fournies par le Service hydrographique du Canada de Tofino, en Colombie-Britannique. Le débit du fleuve Fraser était représenté par des données fournies par le relevé canadien de l'eau pour Hope, en Colombie-Britannique.

Une représentation mathématique du champ magnétique de la terre fournie par le modèle Champ géomagnétique international de référence a été utilisée pour déterminer la force du champ magnétique et l'angle d'inclinaison aux trois emplacements suivants : l'embouchure du fleuve Fraser, l'entrée maritime du détroit de Johnstone et l'entrée maritime du détroit de Juan de Fuca.

La tension du vent dans le nord-est du Pacifique tirée des données marines sur la surface recueillies par les centres National Centers for Environmental Prediction (NCEP) de la NOAA a été consultée sur une grille de 2° par 2°.

La série de données OSCAR représente la moyenne mensuelle des composantes nord-sud et est-ouest de la vitesse du courant de surface provenant des données de l'altimètre et du diffusiomètre radar satellitaire depuis 1983 (Bonjean et Lagerlof, 2002). Calculées sur une grille de 1/3° de latitude par 1/3° de longitude pour le nord-est du Pacifique, les données ont été lissées à l'aide d'un filtre de 5° par 5° afin d'éviter les anomalies locales.

Le modèle océanique NEPSTAR offre des courants moyens quotidiens sur une grille de 1° de latitude par 1° de longitude pour le nord-est du Pacifique au cours de la période s'étendant de 1980 à 2013 (Thomson *et al.*, 2013). Des champs de vitesse sont disponibles à plusieurs profondeurs; les courants à la surface de la mer et à 30 m ont été utilisés dans le cadre de l'analyse de régression NEPSTAR.

Toutes les variables prédictives environnementales, à l'exception de celles de NEPSTAR, sont publiquement disponibles sur Internet par l'entremise du MPO ou des organismes externes. Les données de NEPSTAR s'obtiennent par l'intermédiaire d'un entrepreneur indépendant moyennant des frais.

Chaque modèle statistique a été évalué; les modèles présentant des liens statistiquement significatifs (d'après la mesure de signification statistique [p] et le coefficient de détermination (R^2]) ont subi des mises à l'essai plus approfondies au moyen d'une analyse de rendement employant les méthodes rétrospective et « jackknife ». Les mesures du rendement calculées pour chaque modèle ont été utilisées pour le classement de ces derniers.

Résultats

Des liens significatifs ont été décelés d'une part, entre la période de montaison hâtive des stocks de la rivière Stuart et la montaison des stocks de la rivière Chilko, et d'autre part, les épisodes d'El Niño. Les conditions liées à El Niño (tel que les définit l'indice BEST) au cours du mois de mai ou juin de l'année de montaison sont associées à une période de montaison hâtive de la rivière Stuart plus tardive et à une montaison retardée de la rivière Chilko si les conditions liées à El Niño interviennent à un moment quelconque entre les mois de décembre et mai de l'année de montaison. Des conditions liées à El Niño intervenant lors d'un mois quelconque entre le mois de septembre de l'année qui précède la montaison des adultes, et le mois de mai de l'année de montaison reflètent l'existence d'un taux de déviation par le nord beaucoup plus élevé.

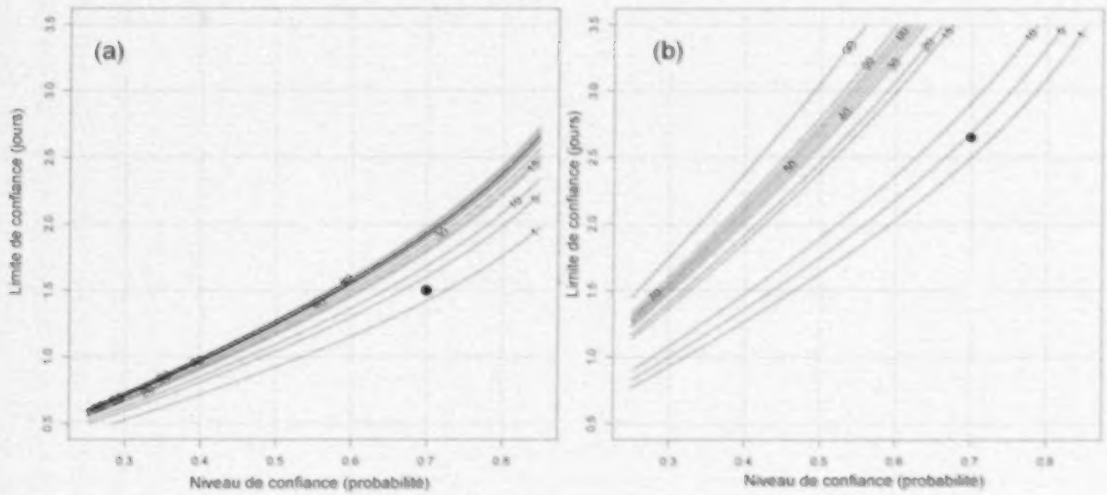


Figure 3. Certitude associée aux prévisions représentée par la limite de confiance et le niveau de confiance pour les modèles de prévision de la période de montaison pour la montaison hâtive du saumon rouge de la rivière Stuart (a) et la montaison du saumon rouge de la rivière Chilko (b). Le chiffre situé sur chaque courbe de niveau indique le nombre de modèles qui répondent aux conditions remplissant les critères de certitude.

Les résultats des modèles additifs généralisés produisent habituellement des résultats biologiques irréalistes; ils ont par conséquent été exclus de l'analyse du rendement. Les modèles naïfs se sont en règle générale trouvés classés sous la valeur médiane, la plupart d'entre eux se situant en fin de classement. Les prévisions générées par les modèles de régression multivariés ont de manière systématique affiché un rendement meilleur que les modèles univariés. Les 50 modèles les mieux classés sont tous multivariés.

Le nombre de modèles au rendement le plus élevé dont il faut tenir compte au moment de réaliser des prévisions dépend des critères d'exactitude et de certitude de l'utilisateur, le compromis se situant entre l'incertitude et la probabilité de cette incertitude. Les analyses des modèles indiquent que les cinq modèles les mieux classés de la période de montaison peuvent prévoir la date d'arrivée de la montaison hâtive de la rivière Stuart à un niveau de confiance de 70 % à ± 1,5 jour et la montaison de la rivière Chilko à ± 2,7 jours (voir la figure 3). Les dix modèles les mieux classés de la déviation par le nord prévoient le taux de déviation à ± 0,13 à un niveau de confiance de 70 % (figure non présentée).

Parmi environ 160 000 modèles évalués de la période de montaison hâtive de la rivière Stuart, 381 ont été retenus sur la base de la signification statistique (p) et du coefficient de détermination (R^2). Dans le cas des modèles de la période de montaison de la rivière Chilko, parmi les 251 000 modèles évalués, 249 ont été retenus après sélection. Parmi les 290 000 modèles évalués pour la prévision de la déviation par le nord, 177 ont été retenus pour un examen plus approfondi. La figure 4 présente les variables associées aux 50 modèles les mieux classés de la période de montaison et de la déviation par le nord, ainsi que leurs emplacements géographiques.

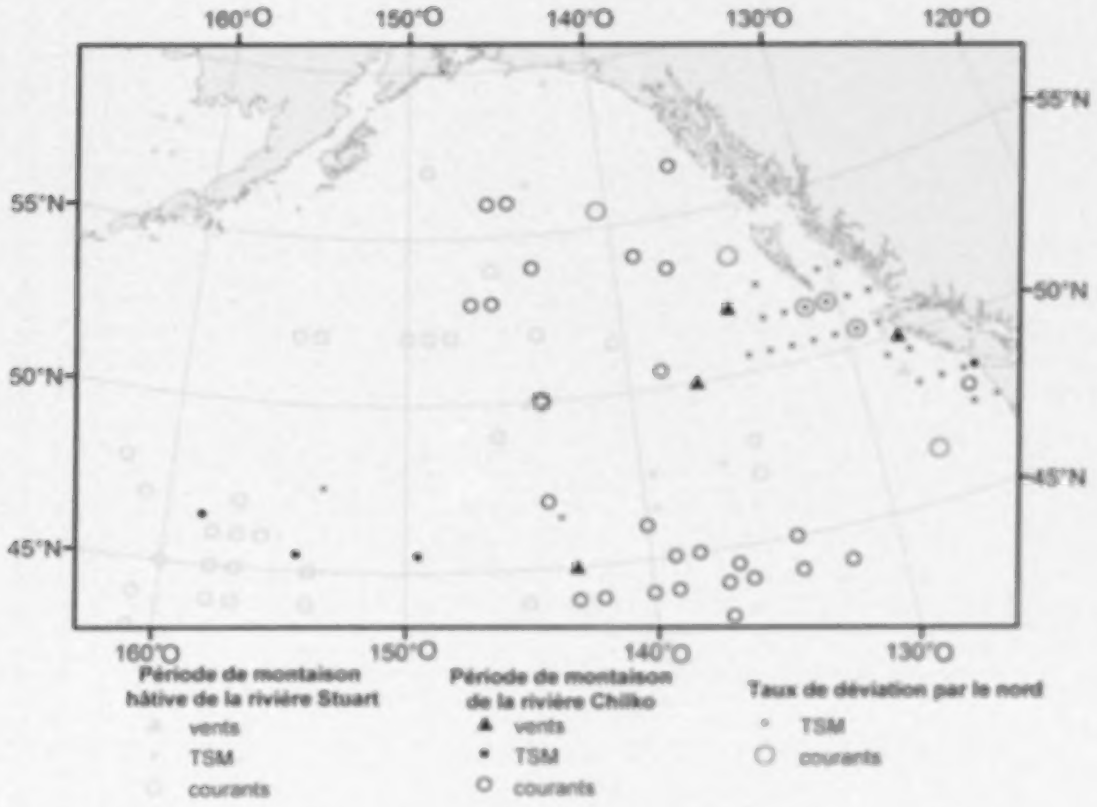


Figure 4. Emplacements des variables pour les 50 modèles les mieux classés de prévision de la période de montaison (montaison hâtive de la rivière Stuart et montaison de la rivière Chilko) et des modèles de prévision de la déviation par le nord fondés sur des analyses rétrospectives.

Le tableau 1 présente un sous-ensemble de résultats de l'analyse du rendement des modèles. Le classement des modèles repose sur une moyenne des nombreuses mesures de rendement utilisées; il pourrait être différent si une mesure quelconque du rendement était considérée plus adaptée que les autres. Il est évident que les modèles multivariés ont un meilleur rendement que les modèles univariés et que les données actuelles sur la vitesse (OSCAR et NEPSTAR) dominent les modèles les mieux classés.

Tableau 1. Source des données, année et mois des variables des trois modèles les mieux classés sur la base du classement moyen des mesures du rendement, analysés avec les méthodes rétrospective et « jackknife »; l'année fait référence à des variables pour l'année de montaison (0) ou pour l'année précédente (-1).

	Analyse rétrospective			Analyse « jackknife »		
Classement de la mesure du rendement	Type de données	Année	Mois	Type de données	Année	Mois
	Période de montaison hâtive de la rivière Stuart					
1	OSCAR, OSCAR	-1, 1	1, 2	OSCAR, OSCAR, OSCAR	-1, 0, -1	1, 1, 5
2	OSCAR, OSCAR, TSM	-1, 0, -1	1, 1, 8	OSCAR, OSCAR, TSM	-1, 0, -1	1, 1, 8
3	OSCAR, OSCAR, TSM	-1, 0, -1	1, 1, 7	OSCAR, OSCAR, TSM	-1, 0, -1	1, 1, 7
	Période de montaison de la rivière Chilko					
1	NEPSTAR	-1, 0, 0, 1	7, 2, 3, 9	NEPSTAR	-1, -1, 0, -1, -1, 0, 0	6, 3, 4, 3, 5, 3, 3
2	NEPSTAR	-1, 0, 0, -1, 0	7, 3, 3, 9, 3	OSCAR, OSCAR, OSCAR	0, -1, -1	5, 12, 11
3	NEPSTAR	-1, 0, -1	6, 3, 5	NEPSTAR	-1, 0, 0, -1	7, 2, 3, 5
	Taux de déviation par le nord					
1	NEPSTAR	-1, 1, 0	6, 1, 1	NEPSTAR	-1, -1, 0	7, 1, 1
2	NEPSTAR	-1, 0, -1, 0	1, 4, 4, 1	NEPSTAR	-1, 0, -1, 0	1, 4, 1, 1
3	NEPSTAR	-1, -1, 0, 0	7, 1, 4, 1	NEPSTAR	-1, -1, -1, 0	7, 1, 4, 1

Sources d'incertitude

L'approche utilisée pour évaluer les modèles de prévision de la période de montaison du saumon rouge du fleuve Fraser et du taux de déviation est fondée sur le lien statistique entre des corrélats environnementaux et les variables dépendantes que sont la période de montaison et la déviation par le nord. Ces données dépendantes, fournies par la Commission du saumon du Pacifique (CSP), sont fondées sur des observations réalisées à l'aide de méthodes ayant évolué au fil du temps. Dans la mesure où les incertitudes liées à l'ensemble de données dépendantes n'ont pas été examinées, les liens statistiques décelés par les modèles ne tiennent pas compte de ces sources d'incertitude. Cependant, puisque tous les modèles sont évalués à l'aide des mêmes données dépendantes, on ne s'attend pas à ce que cette incertitude biaise la comparaison des modèles entre eux.

Le classement d'un modèle statistique indique l'importance relative de l'exactitude et de la précision pour son usage prévu. En l'absence de directives précises sur l'importance relative de l'exactitude et de la précision, l'ensemble des mesures de rendement ont été prises en compte à égalité dans le classement des modèles. Le classement des modèles en fonction de la

moyenne des mesures du rendement peut changer selon le poids de toute mesure spécifique de rendement.

Les variables environnementales, qui changent peu au fil de la distance et qui sont utilisées dans plusieurs modèles statistiques, peuvent conférer à ces modèles un classement identique. Lors de l'évaluation d'un ensemble de modèles, il est nécessaire d'examiner l'emplacement des données d'entrée afin de vérifier l'importance de cet effet.

Les courbes de certitude prédites (voir la figure 3) montrent qu'une fenêtre prévisionnelle plus précise est liée à une moindre confiance envers la prévision. La comparaison des modèles de la montaison hâtive de la rivière Stuart (a) et de la montaison de la rivière Chilko (b) témoigne de la plus grande incertitude associée aux modèles de la période de montaison de la rivière Chilko.

Les relations entre les habitudes migratoires du saumon et les données environnementales antérieures sont susceptibles de varier au fil du temps, mais les modèles statistiques présupposent qu'elles ne varient pas. L'importance de cette hypothèse peut être évaluée grâce à une prévision utilisant un ensemble de modèles.

Les modèles étudiés ont fourni des relations statistiques permettant de prévoir la période de montaison et les taux de déviation en se fondant sur les données recueillies entre 1983 et 2012, et reposaient sur l'hypothèse selon laquelle les conditions présentes ces années étaient typiques. La prévision d'événements atypiques nécessite une évaluation plus approfondie des modèles en se fondant sur des critères de gestion de la tolérance au risque.

CONCLUSIONS ET AVIS

Un cadre analytique a été élaboré pour évaluer le rendement des modèles statistiques qui associent la période de montaison hâtive du saumon rouge dans la rivière Stuart, la période de montaison du saumon rouge dans la rivière Chilko, la déviation par le nord du saumon rouge du fleuve Fraser, et des facteurs environnementaux tels que la température de la surface de la mer, la salinité à la surface de la mer, la variation géomagnétique, les courants océaniques et la tension des vents de surface.

Une liste des modèles les mieux classés a été établie sur la base de plusieurs mesures du rendement. Le rendement relatif des modèles est présenté sous la forme de graphiques de la certitude associée aux prévisions probabilistes afin d'aider les gestionnaires et les analystes lors de la sélection des modèles. Les modèles multivariés donnent un meilleur rendement que les modèles univariés; les données actuelles sur la vitesse (OSCAR et NEPSTAR) dominent les modèles les mieux classés. Il est recommandé d'effectuer le processus de classement chaque année jusqu'à ce que sa robustesse soit établie sur plusieurs années.

Le classement des modèles au rendement le plus élevé suppose une pondération neutre relativement au biais et à la précision. Cette méthode de classement ne rend pas compte des objectifs précis fournis par les gestionnaires des pêches; la Gestion de pêches a intérêt à tenir compte de la valeur de cette pondération durant l'avant-saison, avant de sélectionner les modèles à utiliser pour les prévisions annuelles.

Des analyses rétrospectives et « jackknife » ont déterminé que les modèles disposant du meilleur rendement étaient les modèles multivariés comprenant la vitesse du courant et la température de la surface de la mer. Nombre de ces modèles dépendent de données actuellement accessibles au public, mais provenant d'organismes externes (p. ex., la NOAA). D'autres modèles dépendent des entrepreneurs (NEPSTAR) et nécessitent un engagement financier annuel. La variable de vitesse du courant de NEPSTAR est très importante pour les

modèles les mieux classés de prévision de la période de la montaison du saumon rouge de la rivière Chilko et de la déviation par le nord du saumon rouge du fleuve Fraser. L'utilisation de bon nombre des modèles les mieux classés repose sur l'accès à ces données.

Un examen distinct des années touchées par le phénomène El Niño et des autres années a révélé que des conditions liées à El Niño en mai ou en juin de l'année de montaison sont associées à une montaison hâtive plus tardive de la rivière Stuart. La période plus tardive de montaison de la rivière Chilko se produit lorsque des conditions liées à El Niño sont observées à n'importe quel moment entre les mois de décembre et de mai de l'année de montaison. Les conditions liées à El Niño qui interviennent dans un mois quelconque entre le mois de septembre de l'année précédant la montaison des adultes et le mois de mai de l'année de montaison sont associées à une déviation par le nord beaucoup plus grande.

L'évaluation de milliers de liens statistiques entre des variables environnementales et des données sur les pêches afin de cerner un ensemble de modèles fondés sur des paramètres de rendement constitue une approche applicable à d'autres secteurs de la Gestion des pêches. La compréhension des relations biophysiques sous-jacentes suscite la confiance envers la manière d'interpréter les liens statistiques, et offre un aperçu des conditions qui influencent la force des relations.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de l'examen régional par les pairs des 27 et 28 octobre 2015 sur les Modèles de période de montaison et du taux de déviation pour le saumon rouge du fleuve Fraser. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

Bonjean, F., et G.S.E. Lagerloef, 2002: Diagnostic Model and Analysis of the Surface Currents in the Tropical Pacific Ocean, Journal of Physical Oceanography, Vol. 32, No. 10, pages 2938-2954.

Smith, C.A. et P.D. Sardeshmukh, 2000: The effect of ENSO on the intraseasonal variance of surface temperatures in winter. International Journal of Climatology, vol. 20, no 13, pages 1543-1557.

Thomson, R., R. Houston, et S. Tinis. 2013. OSCURS for the 21st Century : Northeast Pacific Salmon Tracking and Research (NEPSTAR) Project, Year 3 Interim Report. Rapport annuel présenté à la Commission du saumon du Pacifique. 37 pages.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208
Courriel : csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018

La présente publication doit être citée comme suit :

DFO. 2018. Modèles de période de montaison et du taux de déviation pour le saumon rouge du fleuve Fraser. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2018/039.

Also available in English:

DFO. 2018. Run Timing and Diversion Rate Models for Fraser River Sockeye. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2018/039.